

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 818**

51 Int. Cl.:

H01L 27/30 (2006.01)

H01L 51/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2010 E 10166619 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2398056**

54 Título: **Célula solar orgánica con varios sistemas de capas de transporte**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2016

73 Titular/es:

**HELIA TEK GMBH (100.0%)
Treidlerstrasse 3
01139 Dresden, DE**

72 Inventor/es:

**MÄNNIG, BERT;
PFEIFFER, MARTIN;
SCHWARTZ, GREGOR y
UHRICH, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 572 818 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Célula solar orgánica con varios sistemas de capas de transporte

La invención se refiere a un componente fotoactivo con capas orgánicas, con un electrodo y un contraelectrodo y, entre los electrodos, al menos dos sistemas de capas fotoactivos y, entre los sistemas de capas fotoactivos, al menos dos sistemas de capas de transporte distintos del mismo tipo de portador de carga, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente a uno de los dos sistemas de capas fotoactivos y realizándose el otro sistema de capas de transporte transparente.

A continuación el término de "sistema de capas" se define como sigue: un sistema de capas se compone de una o varias capas, pudiendo ser las respectivas capas individuales o capas mixtas. El sistema de capas puede consistir, por lo tanto, en cualquier combinación de capas individuales y mixtas.

A continuación el término de "sistema de capas de transporte" se define como sigue: un sistema de capas de transporte es un sistema de capas que transporta preferiblemente un tipo de portador de carga (electrones: sistema de capas de transporte n; huecos: sistema de capas de transporte p. En una célula solar el sistema de capas de transporte contribuye a la corriente fotoeléctrica de cortocircuito, por absorción de luz, con menos del 5%, preferiblemente menos del 2%.

El término de "sistemas de capas de transporte distintos" se define además como sigue: dos sistemas de capas de transporte son distintos cuando al menos uno de los materiales sólo se encuentra en uno de los dos sistemas de capas de transporte. Si en el caso de este material se trata de un donador, los sistemas de capas de transporte son distintos cuando cada uno de los sistemas de capas de transporte contiene otro donador.

El término de "tipo de portador de carga" se define como sigue: un tipo de portador de carga se refiere a electrones y huecos. En este sentido, dos sistemas de capas de transporte son del mismo tipo de portador de carga cuando ambos conducen preferiblemente electrones o preferiblemente huecos.

El término de "transparente" se define como sigue: un material o una hoja de material o un sistema de capas de transporte es transparente si se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

La distancia energética entre LUMO y HOMO del material o de la hoja de material o del sistema de capas de transporte es $> 2,5$ eV, preferiblemente $> 3,0$ eV.

Una hoja de 50 nm de grosor del material o del sistema de capas de transporte tiene una transparencia de > 70 % en la gama de longitud de ondas de 400 nm a 900 nm, preferiblemente de $>80\%$ o de $>90\%$, con especial preferencia de $>95\%$.

El material o la hoja de material o el sistema de capas de transporte tiene un coeficiente de extinción ϵ que en la gama de longitud de ondas entre 450 nm y 800 nm no rebasa el valor de $0,5 \cdot 10^5$ /cm y/o el material o la hoja de material o el sistema de capas de transporte tiene un índice de absorción k que en la gama de longitud de ondas entre 450 nm y 800 nm no rebasa el valor 0,1. (Otra definición de k es también constante óptica: las dos constantes ópticas se definen normalmente con n y con k).

El material o la hoja de material o el sistema de capas de transporte presenta una brecha de energía óptica mayor que la del sistema de capas fotoactivo (en el sentido de DE 102004014046).

Los materiales orgánicos transparentes también se definen en la literatura como materiales wide-gap.

Los términos "HOMO" y "LUMO" corresponden, como es habitual en la química, a "highest occupied molecular orbital" y "lowest unoccupied molecular orbital". El término se refiere tanto a moléculas individuales como a cuerpos sólidos u hojas de material. Como sabe el experto en la materia, la determinación de las posiciones energéticas de HOMO y LUMO se puede llevar a cabo, por ejemplo, a través de la voltametría cíclica (CV) o a través de la espectroscopia de fotoelectrones *ultravioleta* (ultraviolet photon spectroscopy UPS).

El término de "posición del nivel de energía de transporte" se define como sigue: la posición del nivel de energía de transporte de un sistema de capas de transporte es la posición energética del HOMO, si se trata de un sistema de capas de transporte p, y la posición energética del LUMO, si se trata de un sistema de capas de transporte n.

El término "adaptado energéticamente" se define además como sigue: un sistema de capas de transporte que conduce preferiblemente electrones (conductor n) se adapta energéticamente a un sistema de capas fotoactivo si el nivel de energía del LUMO del sistema de capas de transporte difiere en menos de 0,5 eV del nivel de energía del LUMO del material del aceptor del sistema de capas fotoactivo. El nivel de energía del LUMO del sistema de capas de transporte puede estar tanto 0,5 eV, como máximo, por encima del nivel de energía del LUMO del material del aceptor del sistema de capas fotoactivo como 0,5 eV, como máximo, por debajo. Si el sistema de capas fotoactivo contiene varios aceptores, es decisivo el material de aceptor que disponga del LUMO energéticamente más bajo. Con preferencia, las posiciones de nivel de energía de los LUMOs se pueden diferenciar en sólo 0,3 eV, con especial preferencia incluso en sólo 0,2 eV o incluso en 0,1 eV, pero también pueden ser prácticamente idénticas.

Análogamente, un sistema de capas de transporte que conduce preferiblemente huecos (conductor p) se adapta energéticamente a un sistema de capas fotoactivo si el nivel de energía del HOMO del sistema de capas de transporte difiere en menos de 0,5 eV del material del donador del sistema de capas fotoactivo. El nivel de energía

del HOMO del material del sistema de capas de transporte puede estar tanto 0,5 eV, como máximo, por encima del nivel de energía del HOMO del material del donador del sistema de capas fotoactivo como 0,5 eV, como máximo, por debajo. Si el sistema de capas fotoactivo contiene varios donadores, es decisivo el material del donador que disponga del HOMO energéticamente más alto. Con preferencia, las posiciones de nivel de energía de los HOMOs se pueden diferenciar en sólo 0,3 eV, con especial preferencia incluso en sólo 0,2 eV o incluso en 0,1 eV, pero también pueden ser exactamente idénticas.

El experto en la materia conoce las posibilidades de adaptación de los niveles de LUMO o de los niveles de HOMO y dispone de gran cantidad de materiales orgánicos con distintas posiciones de los niveles de energía de los HOMOs y LUMOs. Para la adaptación se selecciona y emplea un material que disponga de la posición deseada de los niveles de energía del HOMO o LUMO. Además, p.ej. mediante el montaje de grupos receptores o donadores de electrones se pueden subir o bajar los niveles de energía de los materiales orgánicos, respectivamente adaptando así un material de acuerdo con los requisitos.

En el marco de esta solicitud el término de “se puede dopar bien” se define como sigue: de un material de transporte de huecos (material de transporte p) o un sistema de capas de transporte de huecos (sistema de capas de transporte p) se dice que se puede dopar bien, cuando el nivel de energía de su HOMO es mayor o igual a -5,5 eV. El término de “mayor” (o también “más alto”) se refiere aquí al valor numérico, es decir, -5,4 eV es mayor (más alto) que -5,5 eV. Con preferencia el nivel de energía del HOMO es del orden de -5,2 eV a -4,9 eV. Análogamente se dice de un material de transporte de electrones (material de transporte n) o de un sistema de transporte de electrones (sistema de transporte n) que se puede dopar bien cuando el nivel de energía del LUMO es menor o igual a -3,0 eV. El término de “menor” (o también “más bajo”) se refiere aquí al valor numérico, es decir, -3,1 eV es menor (más bajo) que -3,0 eV. Con preferencia el nivel de energía del LUMO es del orden de -3,5 eV a -4,5 eV.

Desde la presentación de la primera célula solar orgánica con un rendimiento en la gama porcentual de Tang et. al. 1986 [C. W. Tang et al. Appl. Phys. Lett. 48, 183 (1986)] se están analizando de forma intensiva materiales orgánicos para diferentes componentes electrónicos y optoelectrónicos. Las células solares orgánicas se componen de una serie de capas finas (normalmente de 1 nm a 1 µm) de materiales orgánicos que se aplican preferiblemente al vacío por evaporación o centrifugado de una solución. El contacto eléctrico se puede establecer por medio de capas metálicas, óxidos conductivos transparentes (TCOs) y/o polímeros conductivos transparentes (PEDOT-PSS, PANI).

Una célula solar transforma la energía luminosa en energía eléctrica. El término de fotoactivo define también la transformación de energía luminosa en energía eléctrica. Al contrario que en las células solares inorgánicas, en las células solares orgánicas la luz no genera directamente portadores de carga libres, sino que se forman en primer lugar excitones, o sea, estados de excitación eléctricamente neutrales (pares electrón – hueco unidos). Sólo en una segunda fase estos excitones se separan en portadores de carga libres que contribuyen al flujo de corriente eléctrica.

La ventaja de estos componentes a base orgánica frente a los componentes convencionales a base inorgánica (semiconductores como silicio, arseniuro de galio) consisten en los coeficientes de absorción en parte extremadamente altos (hasta $2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$), por lo que existe la posibilidad de fabricar células solares muy finas con poco material y poca energía. Otros aspectos tecnológicos son el coste reducido, la posibilidad de fabricar componentes flexibles de gran tamaño en hojas de plástico y las posibilidades de variación prácticamente ilimitadas así como la disponibilidad sin límites de la química orgánica.

Una posibilidad de realización ya propuesta en la literatura de una célula solar orgánica es un diodo – pin [Martin Pfeiffer, “Controlled doping of organic vacuum deposited dye layers; basics and applications”, PhD thesis TU-Dresden, 1999] con la siguiente estructura de capas:

0. Portador: sustrato,
1. Contacto de base, casi siempre transparente,
2. Capa(s) – p
3. Capa(s) – i
4. Capa(s) – n
5. Contacto de tapa,

siendo “n” o “p” un dopaje “n” o “p” que conduce a un aumento de la densidad de electrones o huecos libres en el estado de equilibrio térmico. Sin embargo, también es posible que las capas n o las capas p carezcan, al menos en parte, nominalmente de dopaje y que sólo posean, debido a las características de los materiales (por ejemplo diferentes movilidades), debido a impurezas desconocidas (por ejemplo restos de la síntesis, productos de desintegración o de reacción) durante la fabricación de las capas) o debido a influencias del entorno (por ejemplo capas adyacentes, difusión de metales u otros materiales orgánicos, dopaje de gas de la atmósfera ambiental), propiedades preferiblemente n-conductivas o preferiblemente p-conductivas, En este sentido las capas de estas características han de entenderse fundamentalmente como capas de transporte. El término capa – i, en cambio, define una capa sin dopaje nominal (capa intrínseca). Una o varias capas – i pueden estar formadas por un material o por una mezcla de dos materiales (las así llamadas redes interpenetrantes o bulk-heterojunction; M. Hiramoto et al.

Mol. Cryst. Liq. Cryst., 2006, 444, pp. 33-40). La luz que incide a través del contacto de base transparente genera en la capa - i o en la capa - n/p excitones (pares electrón-hueco unidos). Estos electrones sólo se pueden separar por medio de campos eléctricos muy altos o en superficies límite apropiadas. En las células solares orgánicas se dispone de campos suficientemente altos por lo que todos los conceptos relacionados con células solares orgánicas, que prometan éxito, se basan en la separación de excitones en superficies límite fotoactivas. Los excitones llegan por difusión a una superficie límite activa donde se separan los electrones y los huecos. El material que recibe los electrones se denomina aceptor, y el material que recibe los huecos se denomina donador (o donor). La superficie límite de separación puede estar entre la capa - p (n) y la capa - i o entre dos capas- i. En el campo eléctrico montado de la célula solar los electrones se transportan al área n y los huecos al área p. En el caso de las capas de transporte se trata preferiblemente de materiales transparentes o prácticamente transparentes con una amplia brecha de energía (wide-gap), tal como se describe, por ejemplo, en el documento WO 2004083958. Como materiales wide-gap se definen materiales con absorciones máximas en la gama de longitud de ondas de < 450 nm, preferiblemente de < 400 nm.

Dado que la luz siempre genera en primer lugar excitones y no portadores de carga libres, la difusión de baja recombinación de los excitones hacia la superficie límite activa juega un papel crítico en las células solares orgánicas. Para contribuir a la corriente fotoeléctrica es preciso que, en una célula solar orgánica buena, la longitud de difusión de excitones rebase claramente la profundidad de penetración típica de la luz para que se pueda aprovechar la mayor parte de la luz. Este criterio lo cumplen cristales orgánicos, perfectos en lo que se refiere a su estructura y pureza química, o capas finas. En cualquier caso, para aplicaciones en grandes superficies el empleo de materiales orgánicos monocristalinos no es posible, y la fabricación de capas múltiples con una perfección estructuralmente suficiente también resulta todavía muy complicada.

Si en el caso de la capa- i se trata de una capa mixta, la tarea de absorber la luz la asume uno de los componentes o la asumen los dos. La ventaja de las capas mixtas radica en que los excitones producidos sólo tienen que recorrer un camino muy corto hasta llegar a un límite del dominio. El transporte de los electrones o huecos se realiza por separado en los respectivos materiales. Puesto que en la capa mixta los materiales están en contacto en todas partes, resulta decisivo que las cargas separadas tengan una larga vida útil en el respectivo material y que desde cualquier punto existan rutas de percolación hacia el respectivo contacto para los dos tipos de portadores de carga.

Por el documento US 5,093,698 se conoce el dopaje de materiales orgánicos. Mediante la adición de una sustancia de dopaje a modo de aceptor o donador se aumenta la concentración de equilibrio de portadores de carga en la capa y se incrementa la conductividad. Conforme al documento US 5,093,698 las capas dopadas se emplean como capas de inyección en la superficie límite con los materiales de contacto en componentes electroluminiscentes. Otras fórmulas de dopaje similares también son convenientes para células solares.

Por la literatura se conocen diferentes posibilidades de realización de la capa - i fotoactiva. Se puede tratar, por ejemplo, de una capa doble (EP0000829) o de una capa mixta (Hiramoto, Appl. Phys. Lett. 58, 1062 (1991)). También se conoce una combinación de capas dobles y mixtas (Hiramoto, Appl. Phys. Lett. 58, 1062 (1991); US 6,559,375). Igualmente es conocido que la proporción de mezcla varíe en diferentes zonas de la capa mixta (US 20050110005) y que la proporción de mezcla presente un gradiente.

Por la literatura se conocen además la estructura y la función de células solares tándem o múltiples (Hiramoto, Chem. Lett., 1990, 327 (1990); DE 102004014046). En el documento DE 102004014046 se describen especialmente la estructura y la función del área de recombinación de las células tándem. Por la literatura se conocen también células tándem orgánicas pin (DE 102004014046): la estructura de esta célula tándem se compone de dos células pin individuales, describiendo la serie de capas "pin" la sucesión de un sistema de capas con dopaje p, de un sistema de capas fotoactivo sin dopaje y de un sistema de capas con dopaje n. Los sistemas de capas dopados se componen preferiblemente de materiales transparentes, los así llamados materiales/capas wide-gap, pueden estar dopados parcialmente o carecer de dopaje y presentar además concentraciones de dopaje localmente diferentes o disponer de un gradiente continuo en la concentración de dopaje. En especial también son posibles áreas muy poco dopadas o muy dopadas en la zona límite de los electrodos, en la zona límite con otra capa de transporte dopada o no dopada, en la zona límite con capas activas o, en caso de células tándem o múltiples, en la zona límite con la célula parcial pin o nip adyacente, es decir, en la zona del área de recombinación. También es posible cualquier combinación de todas estas características. En el caso de una célula tándem como ésta se puede tratar igualmente de una así llamada estructura invertida (por ejemplo célula tándem nip). En lo que sigue, todas estas formas de realización de células tándem posibles se definirán con el término células tándem pin.

Por moléculas pequeñas se entienden en el sentido de la presente invención moléculas orgánicas no-polímeras con masas molares monodispersas entre 100 y 2000, que en caso de presión normal (presión del aire de la atmósfera que nos rodea) y a temperatura ambiente existen en fase sólida. En especial, estas pequeñas moléculas pueden ser fotoactivas, entendiéndose por fotoactivo que las moléculas cambian su estado de carga al incidir la luz.

El problema actual de las células solares orgánicas es el que los rendimientos, incluso los máximos logrados hasta ahora en el laboratorio del 7 - 8 %, aún son demasiado bajos. Para la mayoría de las aplicaciones, especialmente las de gran superficie, se considera necesario un rendimiento del 10%, aproximadamente. A causa de las peores propiedades de transporte de los semiconductores orgánicos (en comparación con los semiconductores inorgánicos) y de los consiguientes grosos de capa limitados aplicables de los absorbedores en células solares orgánicas, se parte de la idea de que estos rendimientos se pueden realizar, como mucho, con ayuda de células tándem

(Tayebeh Ameri et al., Organic tandem solar cells: A review, Energy Environ. Sci., 2009, 2, 347 – 363; DE 10 2004 014 046.4). Es especialmente probable que en el futuro sólo se podrán conseguir rendimientos de hasta un 15% con ayuda de células tándem.

El inconveniente de las células tándem conocidas hasta ahora consiste en que entre dos sistemas de capa fotoactivos (denominados de aquí en adelante también como sistemas de absorbedores o sistemas de capas de absorción) sólo se emplea un sistema de capas de transporte de un tipo de portadores de carga. La desventaja está en que este sistema de capas de transporte se tiene que adaptar, por una parte, de manera energéticamente perfecta a un sistema de absorción (para permitir una extracción eficiente de los portadores de carga del sistema de absorción y, por ejemplo, para no crear ninguna barrera de energía para los portadores de carga) y en que debe ser, por otra parte, muy transparente (para no provocar una absorción parasitaria) y presentar las mejores características de transporte de portadores de carga posibles. En la mayoría de los casos los materiales conocidos hasta ahora sólo suelen cumplir de manera satisfactoria una de estas características y con frecuencia se utiliza un material de compromiso capaz de cumplir las dos características de forma entre relativamente bien y satisfactoria. Si por razones ópticas se necesitara un sistema de capas de transporte grueso, surge con frecuencia adicionalmente el problema de que el material empleado no dispone de una conductividad suficiente, con lo que se limitan las propiedades (eficiencia, factor de plenitud, tensión) del componente debido a la resistencia en serie. En parte se intenta resolver este problema eligiendo una mayor concentración de dopaje. Sin embargo, estos intentos de solución sólo conllevan un éxito limitado, y por el empleo de mayores cantidades de material de donadores se encarece el proceso de producción de los componentes, lo que se opone a su aprovechamiento comercial.

[(Schueppel, R. et al.: J. Appl. Phys. 107 (2010), 44503)] describe una célula fotovoltaica de tándem orgánica que entre los sistemas de capa fotoactivos presenta dos sistemas de transporte diferentes del mismo portador de carga. Los sistemas de transporte constan de los mismos materiales y se diferencian únicamente en la concentración de dopaje de los donadores. Con ellos no se puede influir en las características en relación con la adaptación energética, las propiedades de transporte y/o la transparencia en los sistemas de capas de transporte.

[Uhrich, Chr. et al.: J. Appl. Phys. 104 (2008) 43107] también describe únicamente sistemas de transporte de materiales idénticos.

[Yook et. al: Adv. Funct. Mater. 20 (2010), 1797] revela un dispositivo OLED tándem, encontrándose entre los dos sistemas de capas fotoactivo una pila de capas de Bphen no dopado, con Bphen y MoO₃ dopado con CsN₃.

El empleo de dos sistemas de capas de transporte distintas en lugar de un único sistema de capas de transporte utilizado hasta ahora tiene una gran importancia técnica. Toda el área de capas de transporte entre los sistemas de capa fotoactivos tiene que cumplir varias funciones, a saber, conseguir una adaptación energética buena hasta casi perfecta, presentar excelentes propiedades de transporte, ser, en lo posible, completamente transparente y ser además térmica y mecánicamente estable. Es prácticamente imposible reunir de manera perfecta todas estas características en un único material para un tipo de portador de carga. En el estado actual del desarrollo de células solares orgánicas evidentemente nadie se ha dado cuenta del todo de este problema, dado que las células solares anteriores con un grado de eficacia del 6 – 8 % se han podido realizar con un único material que no cumple todas las características de de una manera considerada buena o incluso excelente. No obstante, para el uso comercial es absolutamente necesario que el rendimiento sea del 10 al 12% o más. Para conseguir estos grados de eficacia tan elevados hay que eliminar todos los mecanismos de pérdida dentro de la estructura de las células solares. Un componente muy importante es que el área de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivo cumplan las exigencias formuladas de forma casi perfecta en las células tándem o múltiples. Como ya se ha dicho antes, desde el punto de vista práctico y técnico esto sólo es posible si se emplean al menos dos sistemas de capas de transporte distintos del mismo tipo de portadores de carga.

El objetivo de la presente invención es el de proponer un componente fotoactivo orgánico que salve los inconvenientes indicados.

De acuerdo con la invención este objetivo se consigue con un componente fotoactivo orgánico de acuerdo con la reivindicación principal. Otras realizaciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes.

El componente según la invención, realizado en forma de célula tándem o múltiple, presenta un electrodo y un contraelectrodo y entre los electrodos al menos un sistema de capas orgánico y además al menos dos sistemas de capas fotoactivos y entre los sistemas de capas fotoactivos al menos dos sistemas de capas de transporte distintos del mismo tipo de portador de carga, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente a uno de los dos sistemas de capas fotoactivos y realizándose el otro sistema de capas de transporte transparente.

Un sistema de capas de transporte que conduce preferiblemente electrones (conductivos n) se adapta energéticamente a un sistema de capas fotoactivo cuando el nivel de energía del LUMO del sistema de capas de transporte difiere en menos de 0,5 eV del nivel de energía del LUMO del material de aceptores del sistema de capas fotoactivo. El nivel de energía del LUMO del sistema de capas de transporte puede estar tanto 0,5 eV, como máximo, por encima del nivel de energía del LUMO del material del aceptor del sistema de capas fotoactivo como 0,5 eV, como máximo, por debajo. Si el sistema de capas fotoactivo contiene varios aceptores, es decisivo el material de aceptor que disponga del LUMO energéticamente más bajo. Con preferencia, las posiciones de nivel de energía de los LUMOs se pueden diferenciar en sólo 0,3 eV, con especial preferencia incluso en sólo 0,2 eV o incluso en 0,1 eV, pero también pueden ser prácticamente idénticas.

- Análogamente, un sistema de capas de transporte que conduce preferiblemente huecos (conductor p) se adapta energéticamente a un sistema de capas fotoactivo si el nivel de energía del HOMO del sistema de capas de transporte difiere en menos de 0,5 eV del material del donador del sistema de capas fotoactivo. El nivel de energía del HOMO del material del sistema de capas de transporte puede estar tanto 0,5 eV, como máximo, por encima del nivel de energía del HOMO del material del donador del sistema de capas fotoactivo como 0,5 eV, como máximo, por debajo. Si el sistema de capas fotoactivo contiene varios donadores, es decisivo el material del donador que disponga del HOMO energéticamente más alto. Con preferencia, las posiciones de nivel de energía de los HOMOs se pueden diferenciar en sólo 0,3 eV, con especial preferencia incluso en sólo 0,2 eV o incluso en 0,1 eV, pero también pueden ser prácticamente exactamente idénticas.
- 5 En una variante de realización de la invención el sistema de capas de transporte transparente presenta una conductividad de $\geq 1 \cdot 10^{-6}$ S/cm y/o está dopado.
- En una variante de realización de la invención los dos sistemas de capas de transporte son directamente colindantes y/o ambos son transparentes.
- 10 En una variante de realización de la invención uno o los dos sistemas de capas de transporte se componen de al menos un material orgánico. Preferiblemente los sistemas de capas de transporte son de materiales orgánicos.
- En una variante de realización de la invención uno o los dos sistemas de capas de transporte presentan una elevada movilidad intrínseca de los portadores de carga. El término de intrínseco significa nominalmente no dopado, es decir, la movilidad intrínseca de los portadores de carga de un material es la movilidad del material no dopado.
- 15 En una variante de realización de la invención las posiciones del nivel de energía de transporte (HOMO o LUMO) del sistema de capas de transporte transparente se prevén de manera que permitan un buen dopaje.
- En una variante de realización de la invención el nivel de energía del LUMO de un sistema de capas de transporte n (conductor n) es prácticamente o exactamente idéntico al nivel de energía del LUMO del material de aceptor del sistema de capas fotoactivo. Esta realización ofrece la ventaja de que los electrones pueden abandonar el sistema de capas fotoactivo sin barreras y de que no se produce ninguna pérdida en el voltaje de circuito abierto del componente.
- 20 En una variante de realización de la invención el nivel de energía del LUMO de un sistema de capas de transporte n (conductor n) es, como máximo, 0,5 eV, preferiblemente como máximo 0,3 eV, con especial preferencia como máximo 0,2 eV ó 0,1 eV ó 0,05 eV más bajo que el nivel de energía del LUMO del material de aceptor del sistema de capas fotoactivo. Esta variante de realización especial tiene la ventaja de que los electrones llegan, de forma energéticamente preferida, al LUMO más bajo del sistema de capas de transporte n, con lo que los electrones se transportan eficazmente. En una variante de realización de la invención el nivel de energía del LUMO de un sistema de capas de transporte n (conductor n) es, como máximo, 0,5 eV, preferiblemente como máximo 0,3 eV, con especial preferencia como máximo 0,2 eV ó 0,1 eV ó 0,05 eV más alto que el nivel de energía del LUMO del material de aceptor del sistema de capas fotoactivo. Esta variante de realización especial tiene la ventaja de que, debido al LUMO más alto del sistema de capas de transporte n, el campo montado dentro de la célula solar es más grande, con lo que los electrones se transportan eficazmente.
- 25 En esta variante de realización de la invención el nivel de energía del HOMO de un sistema de capas de transporte p (conductor p) es práctica o exactamente idéntico al nivel de energía del HOMO del material de donador del sistema de capas fotoactivo. Esta realización especial tiene la ventaja de que los huecos pueden abandonar el sistema de capas fotoactivo sin barreras y de que no se produce ninguna pérdida en el voltaje de circuito abierto del componente.
- 30 En una variante de realización de la invención el nivel de energía del HOMO de un sistema de capas de transporte p (conductor p) es, como máximo, 0,5 eV, preferiblemente como máximo 0,3 eV, con especial preferencia como máximo 0,2 eV ó 0,1 eV ó 0,05 eV más bajo que el nivel de energía del HOMO del material de donador del sistema de capas fotoactivo. Esta variante de realización especial tiene la ventaja de que, debido al HOMO más bajo del sistema de capas de transporte p, el campo montado dentro de la célula solar es más grande, con lo que los huecos se transportan eficazmente.
- 35 En una variante de realización de la invención el nivel de energía del HOMO de un sistema de capas de transporte p (conductor p) es, como máximo, 0,5 eV, preferiblemente como máximo 0,3 eV, con especial preferencia como máximo 0,2 eV ó 0,1 eV ó 0,05 eV más alto que el nivel de energía del HOMO del material de donador del sistema de capas fotoactivo. Esta variante de realización especial tiene la ventaja de que los huecos llegan, de forma energéticamente preferida, al HOMO más alto del sistema de capas de transporte p, con lo que los huecos se transportan eficazmente.
- 40 En una variante de realización de la invención uno o los dos sistemas de capas de transporte son capas individuales o capas mixtas no dopadas o parcialmente dopadas o completamente dopadas, presentando el dopaje un gradiente y/o, dentro de la capa, diferentes concentraciones. En una variante de realización los dos sistemas de capas de transporte presentan diferentes donadores.
- 45 En una variante de realización de la invención se prevé entre los sistemas de capas fotoactivos otro sistema de capas de transporte del otro tipo de portador de carga.
- 50
- 55

- En una variante de realización de la invención existen entre los sistemas de capas fotoactivos otros dos sistemas de capas de transporte del otro tipo de portador de carga, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente al otro sistema de capas (en comparación con el sistema de capas de transporte (fotoactivo, y siendo el segundo sistema de capas de transporte transparente.
- 5 En una variante de realización de la invención uno de los sistemas de capas de transporte o los dos sistemas de capas de transporte se realizan en forma de capas individuales o mixtas no dopadas, parcialmente dopadas o completamente dopadas, presentando el dopaje un gradiente o variando la misma localmente y/o dopándose los sistemas de capas de transporte con diferentes donadores.
- 10 En una variante de realización de la invención se prevén entre los sistemas de capas fotoactivos una o varias capas o capas mixtas no dopadas, parcialmente dopadas o completamente dopadas de materiales inorgánicos, materiales orgánicos, pequeñas moléculas, polímeros, metales, óxidos de metales, sales u otro óxido conductivo.
- En una variante de realización de la invención se prevén en al menos dos sistemas de capas fotoactivos diferentes materiales. Los sistemas de capas fotoactivos absorben preferiblemente en distintas gamas de longitudes de ondas del espectro solar.
- 15 En una variante de realización de la invención se prevén, entre el sistema de capas fotoactivo y el electrodo y/o entre el sistema fotoactivo y el contraelectrodo, al menos dos sistemas de capas de transporte, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente al respectivo sistema de capas fotoactivo y realizándose el segundo sistema de capas de transporte de forma transparente.
- 20 En una variante de realización de la invención se prevén, entre el sistema de capas fotoactivo y el electrodo y/o entre el sistema fotoactivo y el contraelectrodo, al menos tres sistemas de capas de transporte, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente al respectivo sistema de capas fotoactivo, realizándose el segundo sistema de capas de transporte de forma transparente adaptándose el tercer sistema de capas de transporte energéticamente al electrodo o contraelectrodo.
- 25 En una variante de realización de la invención los sistemas de capas de transporte existentes en el componente se realizan, independientes los unos de los otros, en forma de capas individuales o capas mixtas o formados por nanoclústeres. Los sistemas de capas de transporte se realizan además transparentes o semitransparentes. Los sistemas se pueden realizar no dopados, parcialmente dopados o completamente dopados, siendo posible que el dopaje presente un gradiente o varíe localmente. Los sistemas de capas de transporte se pueden dopar en los electrodos o en una zona a una distancia de hasta 30 nm de los electrodos y/o los sistemas de capas de transporte se pueden dopar con diferentes donadores.
- 30 En otra variante de realización de la invención el componente consta de una célula tándem o múltiple. El componente se compone preferiblemente de una combinación de estructuras nip, ni, ip, pnip, pni, pip, nipn, nin, ipn, pnipn, pnin o pipn, apilándose unas encima de otras varias combinaciones independientes que comprenden al menos una capa i.
- 35 En otra variante de realización de la invención el componente puede presentar las siguientes series de capas, siendo p = sistema de capas de transporte p, n = sistema de transporte de capas n e i = sistema de capas fotoactivo:
- Electrodo / pinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnpin / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / nipnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnpi / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnip / Contraelectrodo
- 45 Electrodo / pinnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppin / Contraelectrodo
- 50 Electrodo / nipnpi / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnip / Contraelectrodo

- Electrodo / pinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / pinnnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / pinpppin / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / nipnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / pinnnpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpppin / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo

Naturalmente también puede haber 5, 6 o más sistemas de capas de transporte del mismo tipo de portador de carga situados uno detrás de otro. En otras variante de realización de la invención el componente puede presentar las siguientes series de capas:

- Electrodo / ppinin / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / nippip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnip / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / ppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpin / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / nippnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / pinppppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo

- Electrodo / ppinnnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippppip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippppnip / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / ppinppppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippppnip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppin / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / nnippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnppppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippppnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnip / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / ppinnnppppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnpinn / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / nippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnipp / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / pinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppinn / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / nipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnipp / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / pinnnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippppipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppinn / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / nippppnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnnip / Contraelectrodo

- Electrodo / pinnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnipp / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / pinnnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppppinn / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / nippnnnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / pppinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / nnnippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / pppinnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppin / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / nnnipnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / pppinnpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / nnnippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / pppinnpppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo

Electrodo / nnnppppnnnip / Contraelectrodo
Electrodo / pppinnppppin / Contraelectrodo
Electrodo / nnnppppnnnip / Contraelectrodo
Electrodo / pppinnppppin / Contraelectrodo
5 Electrodo / nnnppppnnnip / Contraelectrodo

Electrodo / pinninnn / Contraelectrodo
Electrodo / nippipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnpinnn / Contraelectrodo
10 Electrodo / nipnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipnipp / Contraelectrodo

15 Electrodo / pinninnn / Contraelectrodo
Electrodo / nippipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnpinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinppinnn / Contraelectrodo

20 Electrodo / nipnnnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipnnnipp / Contraelectrodo

25 Electrodo / pinnppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppnnnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnnninnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnnpinnn / Contraelectrodo

30 Electrodo / nipppnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinppppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipnnnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnnnppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppnipp / Contraelectrodo

35 Electrodo / pinppppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipnnnnnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnnnppppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppnnnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnnppppinnn / Contraelectrodo

40 Electrodo / nipppnnnipp / Contraelectrodo
Electrodo / pinnnnppppinnn / Contraelectrodo
Electrodo / nipppnnnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / pppinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / nnnippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / pppinnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppin / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / nnnipnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnip / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / pppinppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnip / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / pinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinpin / Contraelectrodo

- Electrodo / nipnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnninnnn / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / nipppipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinpppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnnipppp / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / pinnnppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinpppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpppinnnn / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / nipppnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnninnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnipppp / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / pinpppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinppppinnnn / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / nipnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnpppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinnnppppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnnnipppp / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / pinnnppppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nipppnnnipppp / Contraelectrodo

- Electrodo / ppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippipp / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / nnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippipp / Contraelectrodo

- Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnipp / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnriipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpppinn / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippppipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippppnipp / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / ppinppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppinn / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / ppinnnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / pppinpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo

- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippppipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / pppinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppppinn / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / nnnippnnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnnipp / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / pppinnnnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnnnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / ppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippipp / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nhippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / ppinnppihnn / Contraelectrodo
- Electrodo / rinippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / ppinnnninnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippippi / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / ppinpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpppinn / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / nnipnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / ppinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo pppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippippi / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / pppinpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippippi / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / pppinnnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinpppinn / Contraelectrodo

- Electrodo / nnnnipnnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnipppnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppppinn / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / nnnnipnnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnipppnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnipppnnnnipp / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / pppinnnnppppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nrrnipppnnnnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / ppinninnhn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippippp / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / ppinnpnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppnnnn / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / nnipnnhippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnpnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnippp / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / ppinnppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppnnnn / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / nnippnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnnnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippippp / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / ppinnnpnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnipnnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppnnnn / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / nnippnnnippp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppinnppppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnippnnnippp / Contraelectrodo

Electrodo / ppinnnpppinnn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnnpppinnn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 5 Electrodo / ppinnnpppinnn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippipp / Contraelectrodo
 10 Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo

15 Electrodo / nnippnipp Contraelectrodo
 Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnpinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnipp / Contraelectrodo

20 Electrodo / ppinnppinrin / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnppinn / Contraelectrodo

25 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnnninn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippppipp / Contraelectrodo

30 Electrodo / ppinnnpinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnpppinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo

35 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnpppinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnnpinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo

40 Electrodo / pppinnpppinn / Contraelectrodo
 Electrodo / nnippnnnipp / Contraelectrodo
 Electrodo / ppinnnpinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnipppnnnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo

5 Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

10 Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnhippnipp / Contraelectrodo

15 Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

20 Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo

25 Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnipnnnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

30 Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnnnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnnnippp / Contraelectrodo

35 Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnnnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo

Electrodo / nnnippnnnippp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo

40 Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo

Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo

- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnriipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnipp / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinninn / Contraelectrodo
- 35
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo

- Electrodo / pppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / pppinppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippipp / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / pppinnpinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinppinn / Gegenelektrode
- Electrodo / nnnipnnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- 25 Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppinnppinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnippnipp / Contraelectrodo

30 En otra variante de realización de la invención existe en los electrodos además un contacto de conversión. Un electrodo de estructura / p se convierte, por lo tanto en un electrodo de estructura / n / p y un electrodo de estructura / n se convierte en un electrodo de estructura / p / n. Estos contactos de conversión pueden encontrarse tanto en el electrodo como en el contraelectrodo. El contacto de conversión también puede estar compuesto por varios sistemas de capas de transporte, por ejemplo:

- Electrodo / nnp
- 35 Electrodo / nnp
- Electrodo / nnp
- Electrodo / ppn
- Electrodo / ppn
- Electrodo / pppn

40 En otra variante de realización de la invención los contactos de conversión se encuentran en todas las estructuras descritas en las listas anteriores pudiéndose ampliar, por ejemplo, la primera estructura de las listas anteriores Electrodo / pinn / Contraelectrodo como sigue:

- Electrodo / npinn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnpinn / Contraelectrodo

- Electrodo / nnnpinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnpinnin / Contraelectrodo
- Electrodo / pinninp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinninpp / Contraelectrodo
- 5 Electrodo / pinninppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pinninppp / Contraelectrodo
- Electrodo / npinninp / Contraelectrodo
- Electrodo / npinninpp / Contraelectrodo
- Electrodo / npinninppp / Contraelectrodo
- 10 Electrodo / npinninpppp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnpinninp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnpinninp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnpinninp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnpinninpp / Contraelectrodo
- 15 Electrodo / nnnpinninpp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnpinninpp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnpinninppp / Contraelectrodo
- Electrodo / npinninpppp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnpinninppp / Contraelectrodo
- 20 Electrodo / nnnnpinninppp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnpinninpppp / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnpinninpppp / Contraelectrodo

La última estructura de las listas anteriores Electrodo / nnnnipppnnnnipppp / Contraelectrodo se puede ampliar análogamente como sigue con contactos de conversión:

- 25 Electrodo / pnnnipppnnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppnnnipppnnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / ppnnnipppnnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppnnnipppnnnnipppp / Contraelectrodo
- Electrodo / pppnnnipppnnnnipppp / Contraelectrodo
- 30 Electrodo / nnnnipppnnnnippppn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnipppnnnnippppnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnipppnnnnippppnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / nnnnipppnnnnippppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / pnnnipppnnnnippppn / Contraelectrodo
- 35 Electrodo / ppnnnipppnnnnippppn / Contraelectrodo
- Electrodo / pppnnnipppnnnnippppn / Contraelectrodo
- Electrodo / pppnnnipppnnnnippppn / Contraelectrodo
- Electrodo / pnnnipppnnnnippppnn / Contraelectrodo
- Electrodo / pnnnipppnnnnippppnnn / Contraelectrodo
- 40 Electrodo / pnnnipppnnnnippppnnnn / Contraelectrodo
- Electrodo / ppnnnipppnnnnippppnn / Contraelectrodo
- Electrodo / pppnnnipppnnnnippppnn / Contraelectrodo

Electrodo / ppppnnnnippppnnnnippppnn / Contraelectrodo

Electrodo / ppnnnnippppnnnnippppnn / Contraelectrodo

Electrodo / ppnnnnippppnnnnippppnn / Contraelectrodo

Electrodo / pppnnnnippppnnnnippppnn / Contraelectrodo

5 Electrodo / ppppnnnnippppnnnnippppnn / Contraelectrodo

Electrodo / ppppnnnnippppnnnnippppnn / Contraelectrodo

10 En otra variante de realización de la invención se encuentra entre la primera capa conductiva de electrones (capa n) y el electrodo situado sobre el sustrato una capa dopada de tipo p, por lo que se trata de una estructura pnip o eligiéndose el dopaje preferiblemente tan alto que el contacto pn directo no tenga un efecto de bloqueo, sino que se produzca una recombinación sin pérdida, preferiblemente por un proceso de túnel.

15 En otra variante de realización de la invención se puede encontrar en el componente, entre la primera capa i fotoactiva y el electrodo situado sobre el sustrato, una capa dopada de tipo p, de modo que se trate de una estructura pip o pi, teniendo la capa adicional dopada de tipo p un nivel Fermi situado, como máximo, 0,4 eV, preferiblemente menos de 0,3 eV, por debajo del nivel de transporte de electrones de la capa i, de modo que se puede producir una extracción de electrones sin pérdidas de la capa i a la capa p.

En otra variante de realización de la invención existe además un sistema de capas n entre la capa dopada p y el contraelectrodo, por lo que se trata de una estructura nipn o ipn, eligiéndose el dopaje preferiblemente tan alto que el contacto pn directo no tenga un efecto de bloqueo, sino que se produzca una recombinación sin pérdida, preferiblemente por un proceso de túnel.

20 En otra variante de realización de la invención se puede encontrar en el componente, entre la capa fotoactiva intrínseca y el contraelectrodo, un sistema de capas n, de modo que se trate de una estructura nin o in, teniendo la capa adicional dopada de tipo n un nivel Fermi situado, como máximo, 0,4 eV, preferiblemente menos de 0,3 eV, por encima del nivel de transporte de huecos de la capa i, de modo que se puede producir una extracción de electrones sin pérdidas de la capa i a la capa n.

25 En otra variante de realización de la invención el componente contiene un sistema de capas n y/o un sistema de capas p de modo que se trate de una estructura pnipn, pnin, pipn o p-i-n que en todos los casos se caracteriza por que la capa que, independientemente del tipo de línea, se ajusta a la capa fotoactiva i por el lado del sustrato, tiene una función de trabajo térmica menor que la capa adyacente a la capa i opuesta al sustrato, por lo que los electrones fotogenerados se transportan preferiblemente hacia el sustrato si no se aplica ningún voltaje externo al componente.

30 En otra variante de realización de la invención el área de absorción de al menos uno de los sistemas de absorción se extiende en la gama de longitud de ondas de > 700 nm a 1500 nm hasta la gama de infrarrojos.

En otra variante de realización de la invención las capas del sistema de capas del componente se configuran en forma de trampa de luz que alarga el recorrido óptico de la luz incidente.

35 En otra variante de realización de la invención se trata, en el caso de los materiales orgánicos empleados, de pequeñas moléculas. Por pequeñas moléculas se entienden, en el sentido de la presente invención, moléculas orgánicas no polímeras con masas molares monodispersas entre 100 y 2000 que en caso de presión normal (presión del aire de la atmósfera que nos rodea) y a temperatura ambiente existen en fase sólida. En especial, estas pequeñas moléculas pueden ser fotoactivas, entendiéndose por fotoactivo que las moléculas cambian su estado de carga al incidir la luz.

40 En otra variante de realización de la invención se trata, en el caso de los materiales orgánicos empleados, al menos en parte de polímeros.

En otra variante de realización de la invención las capas orgánicas se componen, al menos en parte, de pequeñas moléculas, al menos en parte de polímeros o de una combinación de pequeñas moléculas y polímeros.

45 En otra variante de realización de la invención el componente es semitransparente, como mínimo en una cierta gama de longitudes de ondas de luz.

En otra variante de realización de la invención el componente se utiliza en superficies portantes planas, curvadas o flexibles. Estas superficies portantes son, con preferencia, hojas de plástico u hojas de metal (por ejemplo aluminio, acero), etc..

50 En otra variante de realización de la invención al menos una de las capas mixtas fotoactivas contiene, como aceptor, un material del grupo de los fullerenos o derivados de fullereno (C₆₀, C₇₀, etc.).

En otra variante de realización de la invención al menos una de las capas mixtas fotoactivas contiene, como donador, un material de la clase de las ftalocianinas, derivados de perileno, derivados TPD, oligotiofenos o un material como el que se describe en el documento WO2006092134.

En otra variante de realización de la invención los contactos son de metal, un óxido conductor, especialmente ITO, ZnO:Al u otros TCOs o un polímero conductor, especialmente PEDOT:PSS o PANI.

En otra variante de realización de la invención el material de aceptores de la capa mixta es, al menos en parte, cristalino.

5 En otra variante de realización de la invención tanto el material de aceptores como el material de los donadores de la capa mixta es, al menos en parte, cristalino. En otra variante de realización los sistemas de capas fotoactivos se componen de una capa individual, una capa mixta o una combinación de capas individuales y mixtas, de una capa mixta doble o de una capa mixta triple.

10 En otra variante de realización el sistema de capas fotoactivo contiene, además de la capa mixta mencionada, otras capas fotoactivas individuales o mixtas.

En otra variante de realización el sistema de capas de transporte p comprende un donador p, siendo este donador p F4-TCNQ, un donador p como el que se describe en los documentos DE10338406, DE10347856, DE10357044, DE102004010954, DE102006053320, DE102006054524 y DE102008051737 o un óxido de un metal de transición (VO, WO, MoO, etc.).

15 En otra variante de realización el sistema de capas de transporte contiene un donador n, siendo este donador n un derivado TTF (derivado de tetratrafalvaleno) o un derivado DTT (ditiéniofeno), un donador n como el que se describe en los documentos DE10338406, DE10347856, DE10357044, DE102004010954, DE102006053320, DE102006054524 y DE102008051737 o Cs, Li o Mg.

20 En otra variante de realización uno de los electrodos es transparente con una transmisión > 80 % y el otro electrodo reflectante con una reflexión > 50 %.

En otra variante de realización el componente es semitransparente con una transmisión del 10 a 80 %.

25 En otra variante de realización los electrodos son de un metal (por ejemplo Al, Ag, Au o de una combinación de estos metales), un óxido conductor, especialmente ITO, ZnO:Al u otro TCO (Transparent Conductive Oxide), un polímero conductor, especialmente PEDOT/PSS poli(3,4-etilendioxitiofeno)poli(poliestirensulfonato) o PANI (polianilina) o de una combinación de estos materiales.

30 En otra variante de realización la trampa de luz se realiza montando el componente en un sustrato de microestructura periódica y garantizando la función homogénea del componente, es decir, un contacto no cortocircuitado y una distribución uniforme del campo eléctrico por toda la superficie, mediante el empleo de una capa dopada wide-gap. Los componentes ultrafinos presentan en los sustratos estructurados un mayor riesgo de cortocircuitos locales por lo que en definitiva, y debido a una evidente inhomogeneidad como ésta, se pone en peligro toda la funcionalidad del componente. Este riesgo de cortocircuito se reduce con el empleo de capas de transporte dopadas.

35 En otra variante de realización de la invención la trampa de luz se realiza montando el componente en un sustrato de microestructura periódica y garantizando la función homogénea del componente, su contacto no cortocircuitado y una distribución uniforme del campo eléctrico por toda la superficie mediante el empleo de una capa dopada wide-gap. Resulta especialmente ventajoso que la luz pase al menos dos veces por la capa de absorción, lo que puede dar lugar a una mayor absorción de luz y, por consiguiente, a un mejor rendimiento de la célula solar. Esto se puede conseguir, por ejemplo, cuando el sustrato presenta en su superficie estructuras piramidales con alturas (h) y anchuras (d) del orden de uno a varios cientos de micrómetros. La altura y la anchura de las pirámides pueden ser iguales o distintas. Por otra parte, la estructura de las pirámides puede ser simétrica o asimétrica.

40 En otra variante de realización de la invención la trampa de luz se realiza dotando a la capa dopada wide-gap de una superficie lisa respecto a la capa i y de una superficie límite rugosa respecto al contacto reflectante. La superficie límite rugosa se puede conseguir, por ejemplo, por medio de una microestructuración periódica. La superficie límite rugosa resulta especialmente ventajosa cuando la luz se refleja de forma difusa, lo que conduce a un alargamiento del recorrido de la luz dentro de la capa fotoactiva.

45 En otra variante de realización la trampa de luz se realiza montando el componente sobre un sustrato de microestructura periódica y dotando una capa dopada wide-gap de una superficie límite lisa respecto a la capa i y de una superficie límite rugosa respecto al contacto reflectante.

50 En otra variante de realización de la invención la estructura total está provista de un contacto de base y de un contacto de tapa.

En otra variante de realización los componentes fotoactivos según la invención se emplean en superficies curvadas, por ejemplo hormigón, tejas, arcilla, vidrio de automóviles, etc.. Es conveniente que las células solares orgánicas según la invención se puedan disponer, frente a las células solares inorgánicas tradicionales, en soportes flexibles tales como hojas, géneros textiles, etc..

55 En otra variante de realización los componentes fotoactivos según la invención se aplican a una hoja o un género textil que por la cara opuesta al sistema de capas orgánico según la invención presente un adhesivo, por ejemplo

pegamento. Así se puede fabricar una lámina solar adhesiva que se puede disponer, según las necesidades, en cualquier superficie. De este modo se fabrica una célula solar autoadhesiva.

A continuación se procede a la explicación más detallada de algunos ejemplos de realización y de las figuras correspondientes. Las figuras muestran:

- 5 Figuras 1A y 1B la estructura esquemática de capas de un componente fotoactivo con dos sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- Figuras 2A y 2B la estructura esquemática de capas de un componente fotoactivo con tres sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- 10 Figura 3 la estructura esquemática de capas de un componente fotoactivo con cuatro sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- Figuras 4A y 4B la estructura esquemática de capas de un componente fotoactivo con cuatro sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos y tres sistemas de capas de transporte en el electrodo;
- Figura 5 la estructura esquemática de capas de un componente fotoactivo con cuatro sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos, tres sistemas de capas de transporte en el electrodo y tres sistemas de capas de transporte en el contraelectrodo;
- 15 Figura 6 un diagrama esquemático de energía de un componente fotoactivo con tres sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- Figura 7 un diagrama esquemático de energía de un componente fotoactivo con tres sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- 20 Figura 8 un diagrama esquemático de energía de un componente fotoactivo con cuatro sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- Figura 9 un diagrama esquemático de energía de un componente fotoactivo con seis sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- Figura 10 un diagrama esquemático de energía de un componente fotoactivo con ocho sistemas de capas de transporte entre los sistemas de capas fotoactivos;
- 25 Figuras 11A y B una estructura esquemática de capas de dos ejemplos de componentes fotoactivos;
- Figura 12 las fórmulas estructurales de los materiales DCV6T, F4-ZnPc y c60 y
- Figura 13 la estructura esquemática de capas de un ejemplo de componente fotoactivo análogo al de la figura 11, encontrándose entre los sistemas de absorción fotoactivos tres sistemas de capas de transporte p distintos 1, 2 y 3.
- 30 En los ejemplos de realización mencionados se indican, a modo de ejemplo, algunos componentes según la invención. Los ejemplos de realización describen la invención, pero no se limitan a la misma.
- En un primer ejemplo de realización se representa esquemáticamente, en la figura 1A, un componente según la invención. El componente está formado por un sustrato 1, un electrodo 2 así como por un contraelectrodo 9. Entre el electrodo 2 y el contraelectrodo 9 se dispone un sistema de capas fotoactivo 4. Entre el electrodo 2 y el sistema de capas fotoactivo 4 se encuentra un sistema de capas de transporte 3 realizado p-conductivo. Entre el contraelectrodo y el sistema de capas fotoactivo 4 se disponen otras capas. En el sistema de capas fotoactivo 4 se disponen sistemas de capas de transporte según la invención 51 y 52 del mismo tipo de portador de carga (en este caso electrones), diferenciándose el nivel LUMO del sistema de capas de transporte 51, como máximo, en 0,5 eV del LUMO del sistema de capas fotoactivo 4. El otro sistema de capas de transporte 52 es transparente. En los sistemas de capas de transporte 51 y 52 se dispone además otro sistema de capas fotoactivo 7. Entre el sistema de capas fotoactivo adicional 7 y el contraelectrodo 9 se encuentra otro sistema de capas de transporte 8 n-conductivo. En la figura 1B se representa una variante análoga a la del componente fotoactivo de la figura 1A, correspondiendo la estructura de las capas del componente fotoactivo de la figura 1B a una estructura nip.
- 35 En un segundo ejemplo de realización se reproducen en las figuras 2A y 2B sendas representaciones esquemáticas de un componente según la invención. La estructura del componente según la invención es igual a la del primer ejemplo de realización de las figuras 1A, B, disponiéndose entre los sistemas de capas fotoactivos 4, 7 tres sistemas de capas de transporte 51, 52 y 61. Como consecuencia se obtiene una combinación de portadores de carga más eficaz en la superficie límite entre los sistemas de capas de transporte 52 y 61.
- 40 En un tercer ejemplo de realización se reproduce en la figura 3 una representación esquemática de un componente según la invención. La estructura del componente según la invención es igual a la del primer ejemplo de realización de la figura 2, disponiéndose entre los sistemas de capas fotoactivos 4, 7 cuatro sistemas de capas de transporte 51, 52, 61 y 62.
- 50 En un cuarto ejemplo de realización se reproduce en las figuras 4A y 4B una representación esquemática de un componente según la invención. La estructura del componente según la invención es igual a la del primer ejemplo de realización de la figura 3, disponiéndose entre el sistema de capas fotoactivo 4 y el electrodo 2 tres sistemas de
- 55

capas de transporte 31, 32 y 33. El componente representado esquemáticamente en la figura 4A corresponde a una estructura básica pin (especialmente a una estructura pnpnpn), mientras que el componente representado en la figura 4B corresponde a una estructura nip, aquí a una estructura npnpn.

5 En un quinto ejemplo de realización se reproduce en la figura 5 una representación esquemática de un componente según la invención. La estructura del componente según la invención es igual a la del primer ejemplo de realización de las figuras 4A y B, disponiéndose los sistemas de capas de transporte 81, 82 y 83 entre el sistema de capas fotoactivo 7 y el contraelectrodo 9.

10 En la figura 6 se representa un diagrama de nivel HOMO – LUMO de un componente según el segundo ejemplo de realización (Fig. 2B). La zona de recombinación se encuentra entre el sistema de capas de transporte p 52 y el sistema de capas de transporte n 61.

En la figura 7 se representa un diagrama de nivel HOMO – LUMO de un componente según otro ejemplo de realización. La estructura del componente es igual a la de la segunda variante de realización, disponiéndose entre el sistema de capas fotoactivo 4 y el sistema de capas de transporte 61 un sistema de capas de transporte 51.

15 En la figura 8 se representa un diagrama de nivel HOMO – LUMO de un componente según el cuarto ejemplo de realización (Fig. 4B).

20 En la figura 9 se representa un diagrama de nivel HOMO – LUMO de un componente según otro ejemplo de realización. El sistema de capas de transporte 51 se ha adaptado energéticamente al sistema de capas fotoactivo 4 y el sistema de capas de transporte 63 se ha adaptado energéticamente al sistema de capas fotoactivo 7. Los sistemas de capas de transporte 52 y 62 disponen de buenas propiedades de transporte y pueden presentar un grosor de capa mayor (20 nm a 400 nm) que los sistemas de capas de transporte 51, 53, 61 y 63. Los sistemas de capas de transporte 53 y 61 permiten una recombinación eficiente de los portadores de carga.

En la figura 10 se representa un diagrama de nivel HOMO – LUMO de un componente según otro ejemplo de realización. La estructura del componente es igual a la de la figura 9, existiendo además otros dos sistemas de capas de transporte.

25 En otro ejemplo de realización las figuras 11A y B muestran la estructura esquemática de capas de dos ejemplos de componentes fotoactivos. En los respectivos diagramas se indican los datos de los grosores de capa, los datos de la concentración del dopaje en %, los datos de las proporciones de mezcla como relación volumétrica X:Y (p.ej. 2:1) y el dato de la temperatura del sustrato durante la evaporación en °C. Las dos capas DiNPB dopadas (p-DiNPB) entre los sistemas de absorción (sistema de absorción 1: capa mixta BDR001:c60; sistema de absorción 2: capa mixta DC6T:C60) contienen diferentes donadores (donador 1 en una concentración del 5% y donador 2 en una concentración del 10%). El material BPAPF define 9,9-Bis-(4-(N,N-bis-bifenil-4-yl-amino)fenil)-9H-floureno y el material DiNPB corresponde a N,N¹-difenil-N,N¹-bis(4¹-(N,N-bis(naft-1-il)amino)-bifenil-4-il)-bencidina.

Las fórmulas estructurales de los materiales DCV6T, F4-ZnPc y C60 se representan en la figura 12.

35 En otro ejemplo de realización se representa en la figura 13 la estructura esquemática de capas de un ejemplo de componente fotoactivo igual al ejemplo de la figura 11: entre dos sistemas de absorción fotoactivos se han dispuesto tres sistemas de capas de transporte diferentes 1, 2 y 3.

REIVINDICACIONES

1. Componente fotoactivo con un electrodo y un contraelectrodo, disponiéndose entre los electrodos al menos un sistema de capas orgánico, y además con al menos dos sistemas de capas fotoactivos (4, 7) y entre los sistemas de capas fotoactivos (4, 7) al menos dos sistemas de capas de transporte distintos (51, 52) del mismo tipo de portador de carga, de modo que al menos un material que influya, como mínimo, en una de las siguientes propiedades de los sistemas de capas de transporte (51, 52), que son
- adaptación energética
 - propiedades de transporte
 - transparencia,
- sólo se encuentre en uno de los dos sistemas de capas de transporte (51, 52) y que, si se trata en el caso de este material de un donador, los dos sistemas de capa de transporte (51, 52) contengan otro donador, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte (51 ó 52) energéticamente a uno de los sistemas de capas fotoactivos (4, 7) de manera que una posición de nivel de energía de transporte del sistema de capas de transporte (51 ó 52) difiera de una posición de nivel de energía de transporte de los otros dos sistemas de capas (4, 7) en menos de 0,5 eV, correspondiendo la posición del nivel de energía de transporte de uno de los sistemas de capas de transporte (51, 52) a la posición energética del HOMO energéticamente más alta, si se trata de un sistema de capas de transporte p (51, 52), y a la posición energética del LUMO energéticamente más baja, si se trata de un sistema de capas de transporte n (51, 52), mientras que el otro sistema de capas de transporte (52 ó 51) es transparente, siendo un material o una hoja de material o un sistema de capas de transporte transparente, si se cumple al menos una de las siguientes condiciones:
- la distancia energética entre LUMO y HOMO del material o de la hoja de material o del sistema de capas de transporte es mayor que 2,5 eV,
 - Una hoja de 50 nm de grosor del material o del sistema de capas de transporte tiene una transparencia de más del 70 % en la gama de longitud de ondas de 400 nm a 900 nm,
 - el material o la hoja de material o el sistema de capas de transporte tiene un coeficiente de extinción ϵ que en la gama de longitud de ondas entre 450 nm y 800 nm no rebasa el valor de $0,5 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ y/o el material o la hoja de material o el sistema de capas de transporte tiene un índice de absorción k que en la gama de longitud de ondas entre 450 nm y 800 nm no rebasa el valor 0,1,
 - El material o la hoja de material o el sistema de capas de transporte presenta una brecha de energía óptica mayor que la del sistema de capas fotoactivo.
2. Componente fotoactivo según la reivindicación 1, en el que la posición del nivel de energía de transporte del sistema de capas de transporte (51 ó 52) y la posición del nivel de energía de transporte de uno de los dos sistemas de capas fotoactivos (4, 7) se diferencian en 0,3 eV o en 0,2 eV o en 0,1 eV.
3. Componente fotoactivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el sistema de capas de transporte presenta una conductividad $> = 1 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$ y/o está dopado.
4. Componente fotoactivo según la reivindicación 3, caracterizado por que los dos sistemas de capas de transporte se dopan con donadores distintos.
5. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los dos sistemas de capas de transporte son directamente colindantes y/o son ambos transparentes.
6. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que uno o los dos sistemas de capas de transporte se componen de un material orgánico o de una mezcla de materiales orgánicos.
7. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las posiciones del nivel de energía de transporte del sistema de capas de transporte transparente son del orden de $-5,5 \text{ eV}$ a $-4,5 \text{ eV}$, si se trata de un sistema de capas de transporte p, y del orden de $-4,5 \text{ eV}$ a $-3,5 \text{ eV}$, si se trata de un sistema de capas de transporte n.
8. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que uno o los dos sistemas de capas de transporte no está dopado o está dopado parcialmente o por completo, presentando el dopaje un gradiente y presentando el dopaje, dentro de la capa, diferentes concentraciones.
9. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que entre los sistemas de capas fotoactivos (4, 7) se encuentra además otro sistema de capas de transporte (61) de otro tipo de portador de carga.
10. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que entre los sistemas de capas fotoactivos (4, 7) se encuentran otros dos sistemas de capas de transporte (61, 62) de otro tipo de portador de carga, adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte (62) energéticamente al sistema de capas fotoactivo

(4, 7) de modo que una de las posiciones del nivel de energía de transporte del sistema de capas de transporte (62) se diferencie de la posición del nivel de energía de transporte del otro sistema de capas fotoactivo (4, 7) en menos de 0,5 eV, siendo el segundo sistema de capas de transporte (61) transparente.

5 11. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado por que uno o los dos sistemas de capas de transporte adicionales (61, 62) son capas individuales o mixtas no dopadas, parcialmente dopadas o completamente dopadas, presentando el dopaje un gradiente y, dentro de la capa, diferentes concentraciones y/o distintos donadores.

10 12. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que entre el sistema de capas fotoactivo (4) y el electrodo (2) y/o entre el sistema de capas fotoactivo (7) y el contraelectrodo (9) existen al menos dos sistemas de capas de transporte (31, 32 u 81, 82), adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente al respectivo sistema de capas fotoactivo de modo que una de las posiciones del nivel de energía de transporte del sistema de capas de transporte se diferencie de la posición del nivel de energía de transporte del respectivo sistema de capas fotoactivo (4, 7) en menos de 0,5 eV, siendo el segundo sistema de capas de transporte transparente.

15 13. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que entre el sistema de capas fotoactivo (4) y el electrodo (2) y/o entre el sistema de capas fotoactivo (7) y el contraelectrodo (9) existen al menos tres sistemas de capas de transporte (31, 32, 33 u 81, 82, 83), adaptándose uno de los sistemas de capas de transporte energéticamente al respectivo sistema de capas fotoactivo de modo que una de las posiciones del nivel de energía de transporte del sistema de capas de transporte se diferencie de la posición del nivel de energía de transporte del respectivo sistema de capas fotoactivo en menos de 0,5 eV, siendo el segundo sistema de capas de transporte transparente y adaptándose el tercer sistema de capas de transporte energéticamente al electrodo o al contraelectrodo de modo que una de las posiciones del nivel de energía de transporte del tercer sistema de capas de transporte se diferencie de la posición del nivel de energía de transporte del electrodo o del contraelectrodo en menos de 0,5 eV.

20 14. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que los sistemas de capas de transporte existentes en el componente se realizan, independientes los unos de los otros, en forma de capas individuales o capas mixtas o formados por nanoclústeres; transparentes o semitransparentes; no dopados, parcialmente dopados o completamente dopados, siendo posible que el dopaje presente un gradiente o que el dopaje presente, dentro de la capa, distintas concentraciones y/o que los sistemas de capas de transporte se doten de dopajes diferentes.

35 15. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que el componente es una célula tándem o múltiple.

40 16. Componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado por que el componente se compone de una combinación de estructuras nip, ni, ip, pnip, pni, pip, nipn, nin, ipn, pnipn, pnin o pipn, apilándose una encima de otra dos o más combinaciones independientes que contengan al menos una capa i.

45 17. Empleo de un componente fotoactivo según una de las reivindicaciones 1 a 17 en superficies portantes planas, curvadas o flexibles.

50

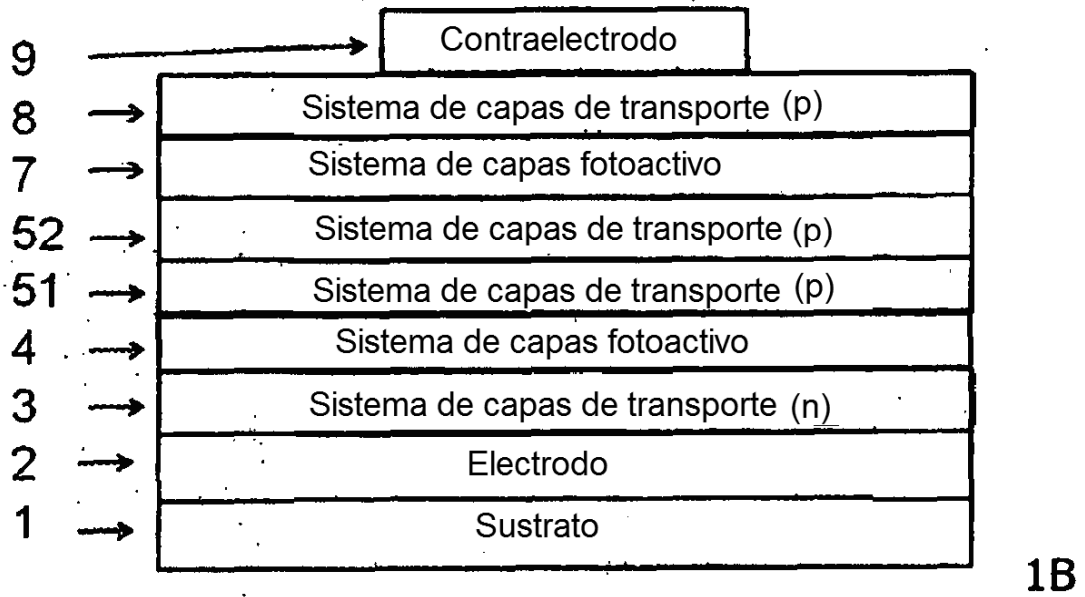
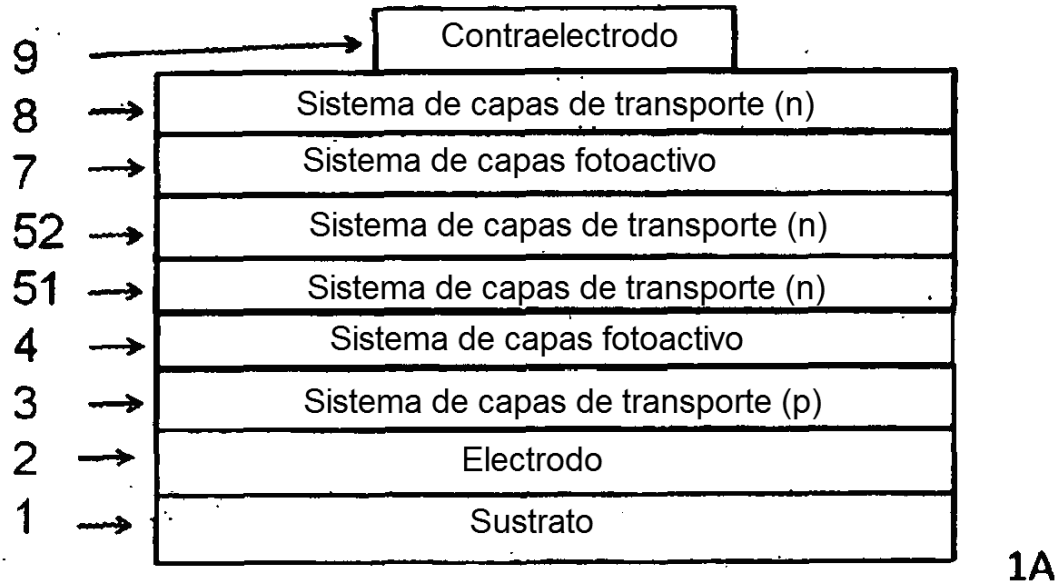
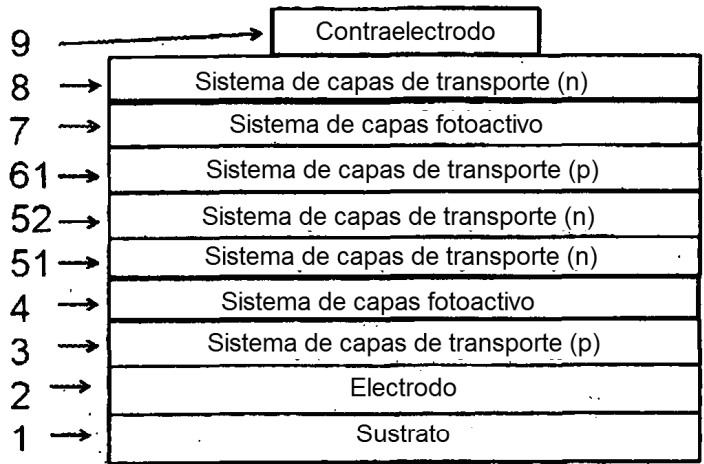
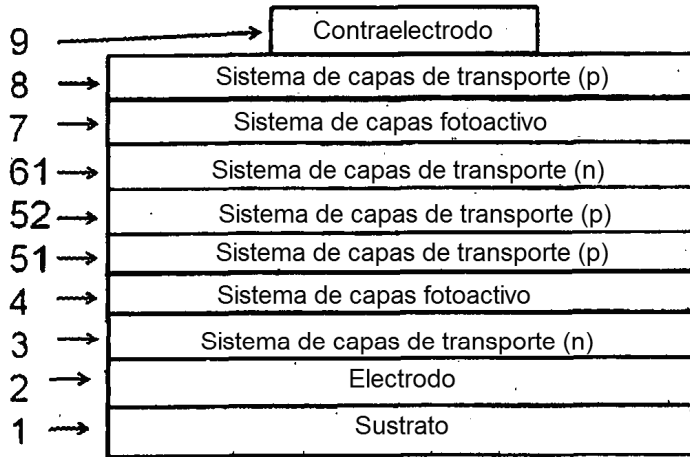


Fig.1A y 1B



2A



2B

Fig.2A y 2B

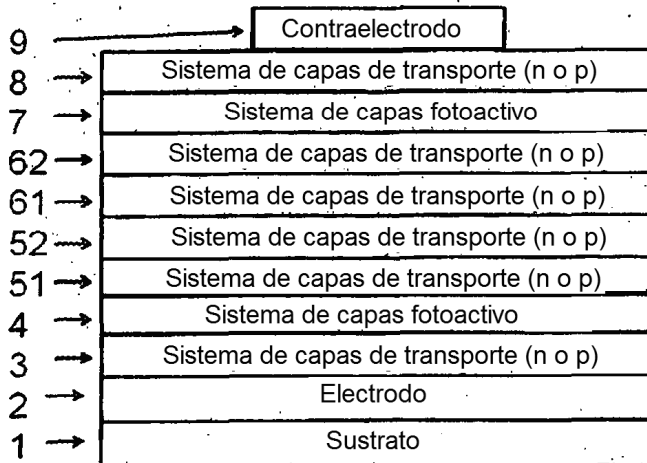
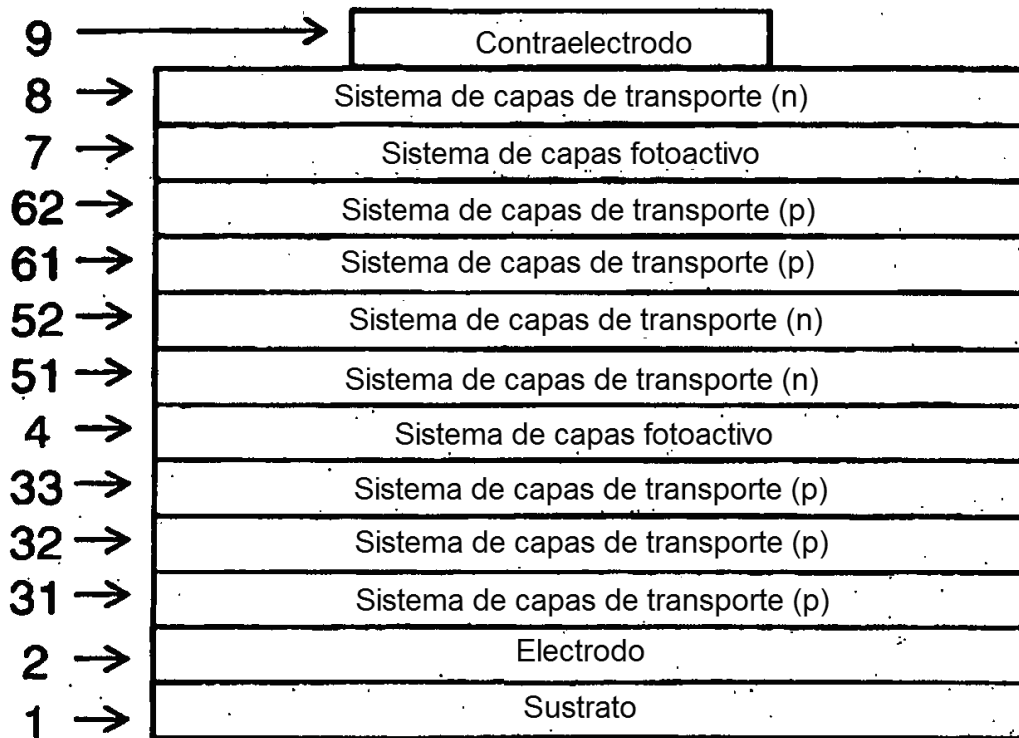
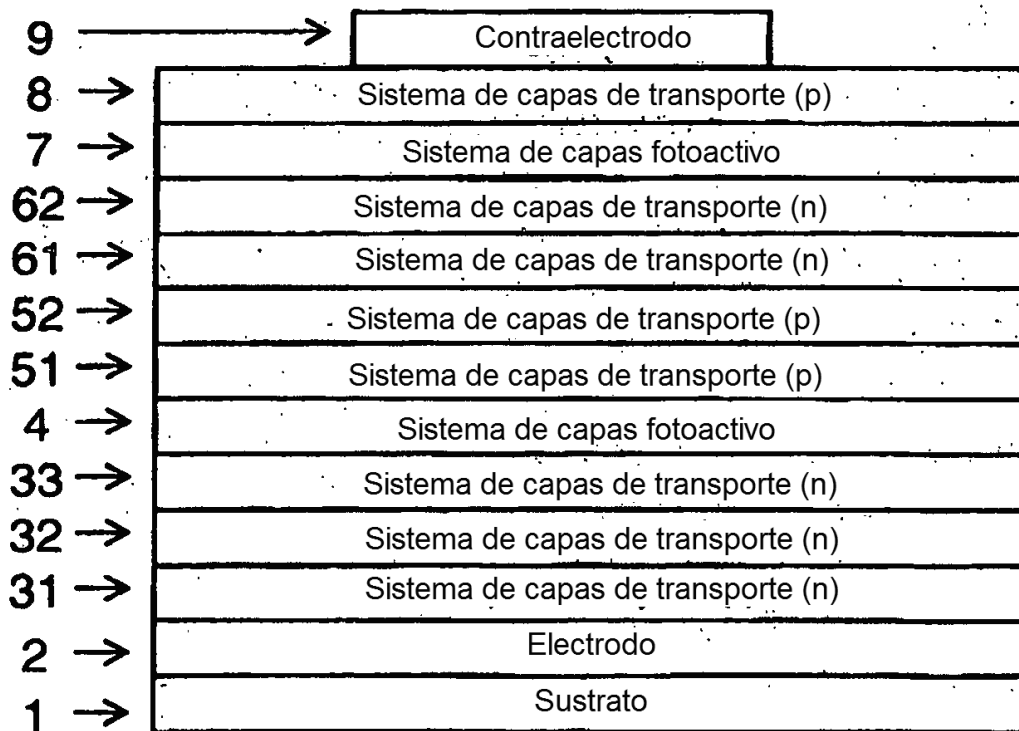


Fig.3



4A



4B

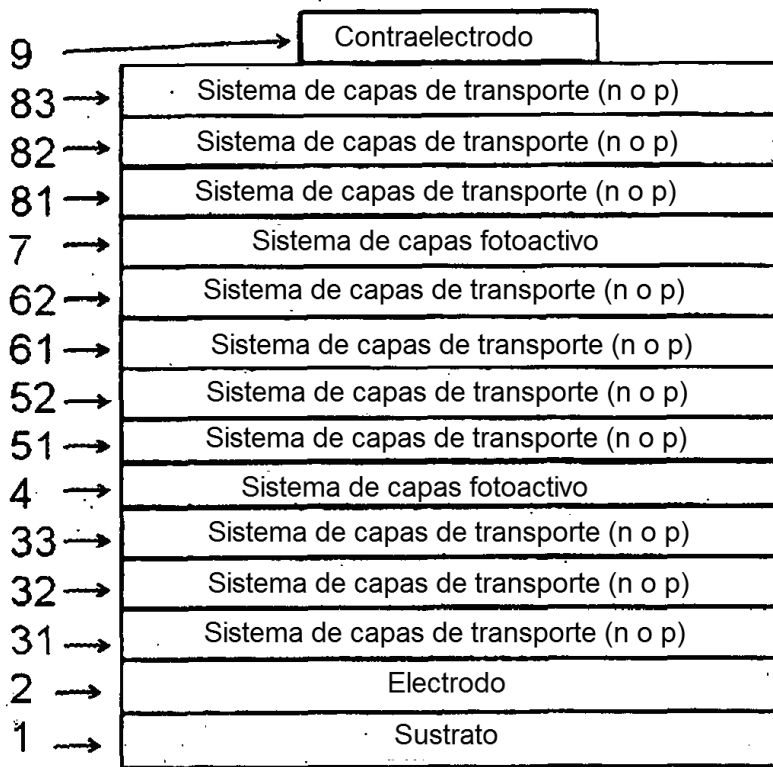


Fig.5

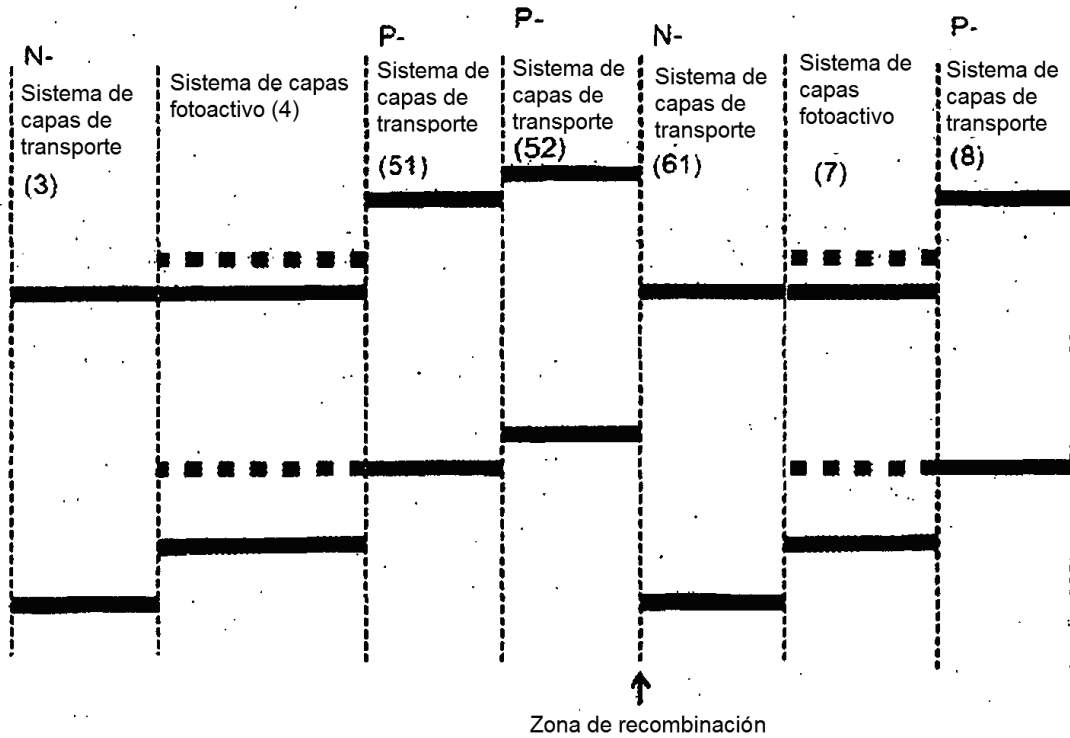


Fig.6

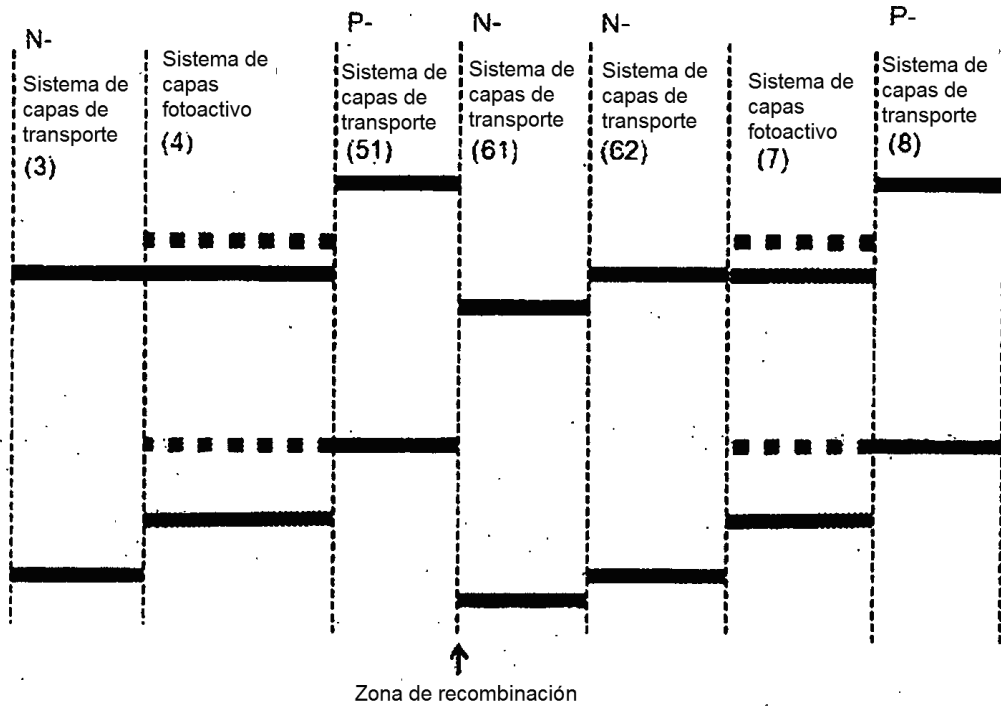


Fig. 7

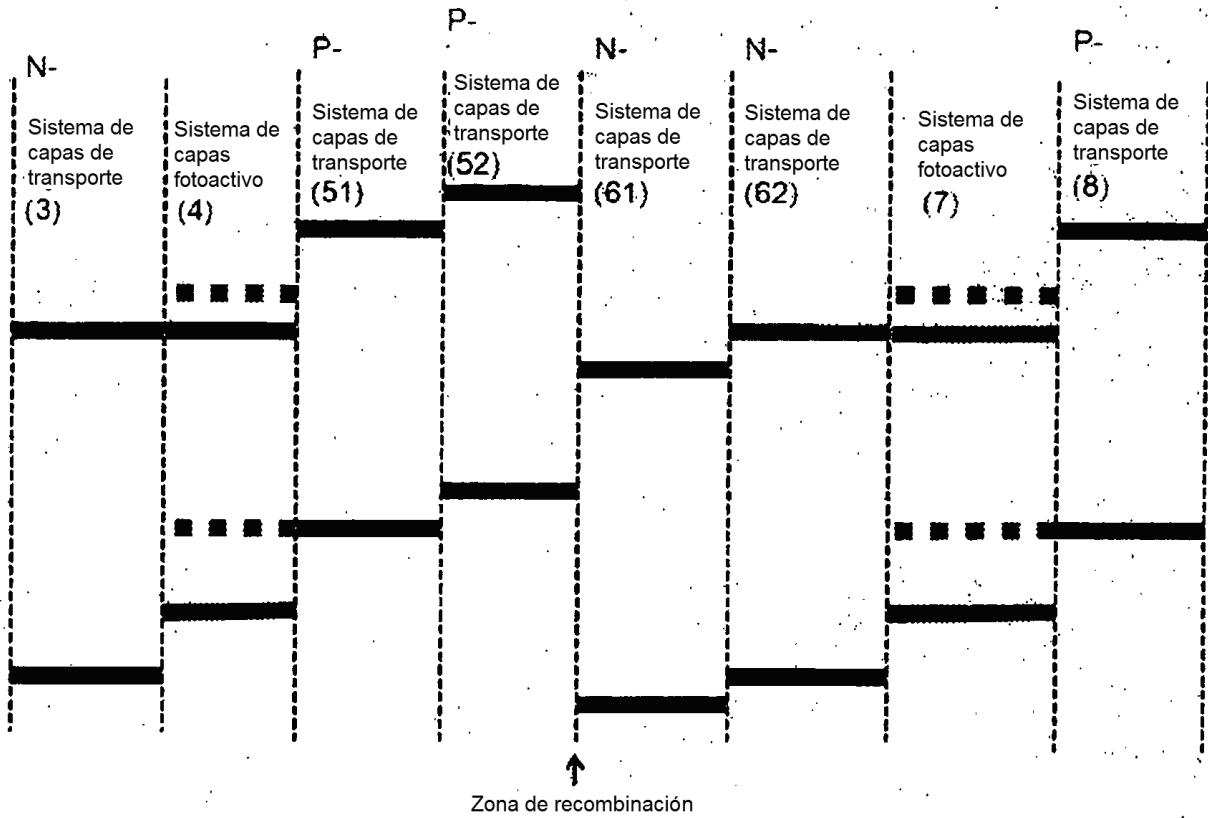


Fig. 8

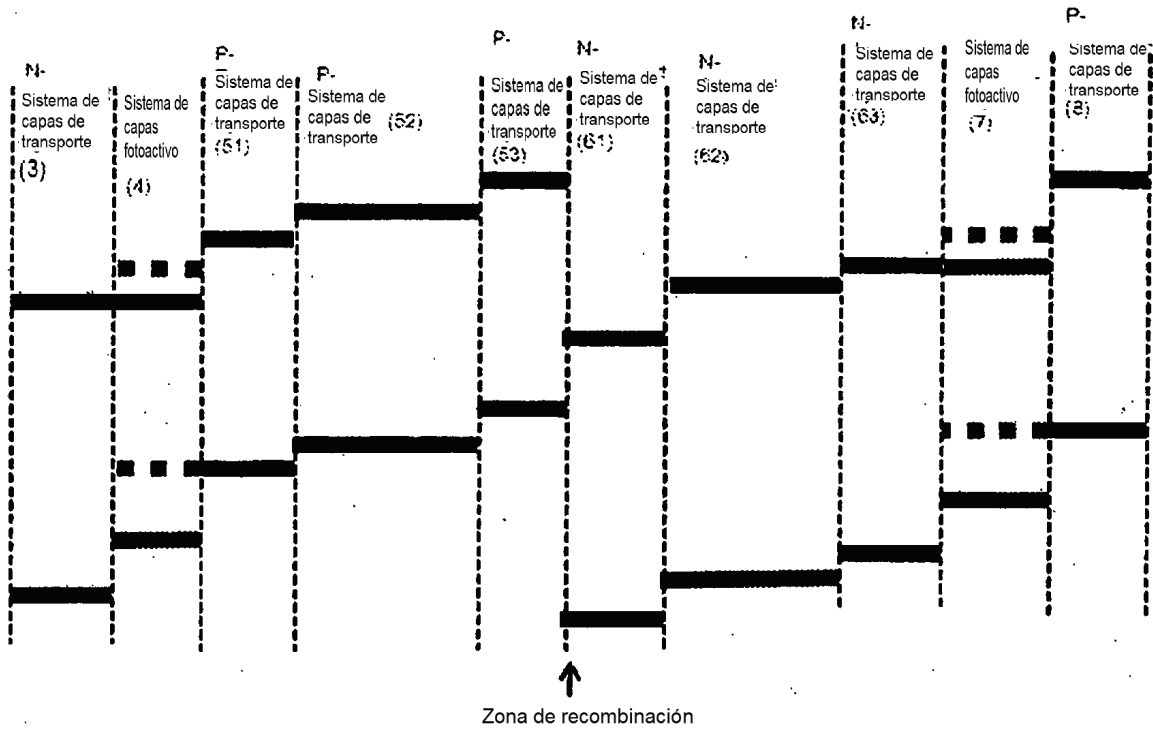


Fig. 9

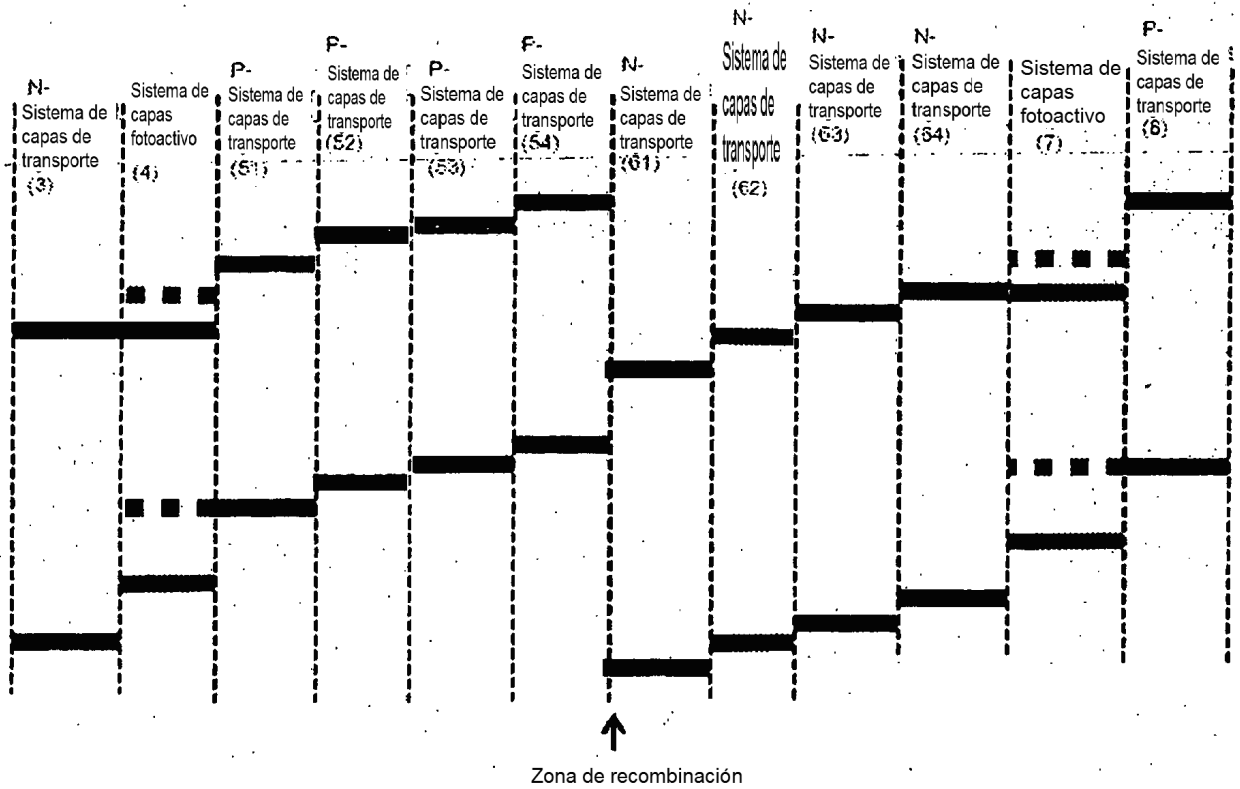


Fig. 10

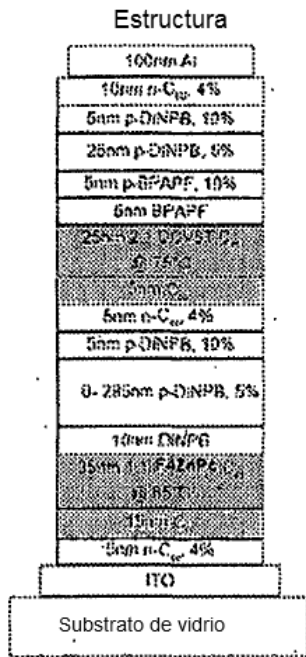


Fig.11A

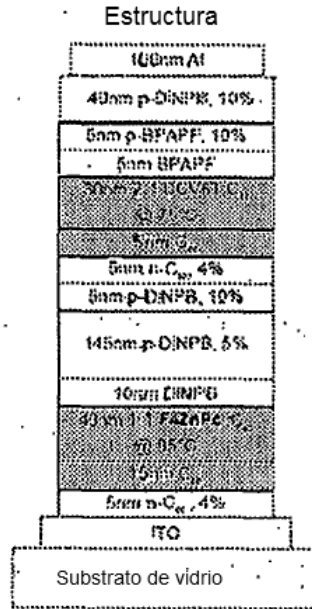


Fig.11B

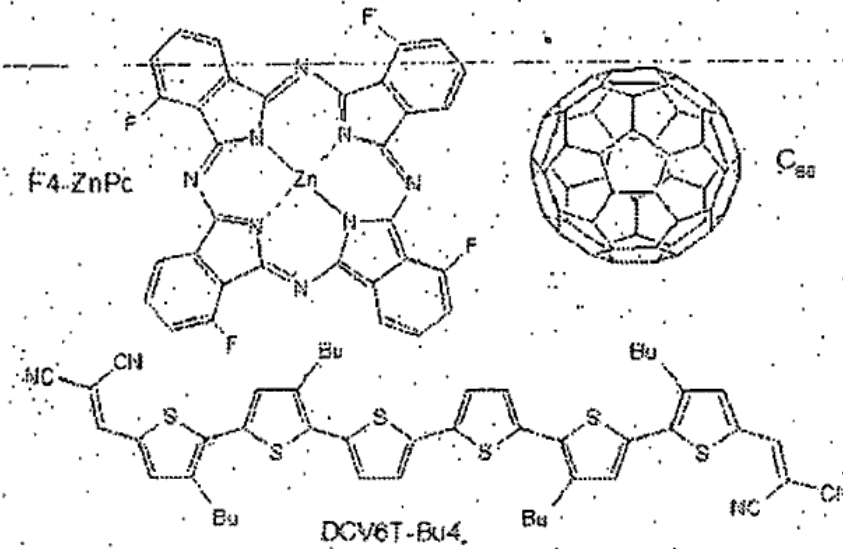


Fig. 12

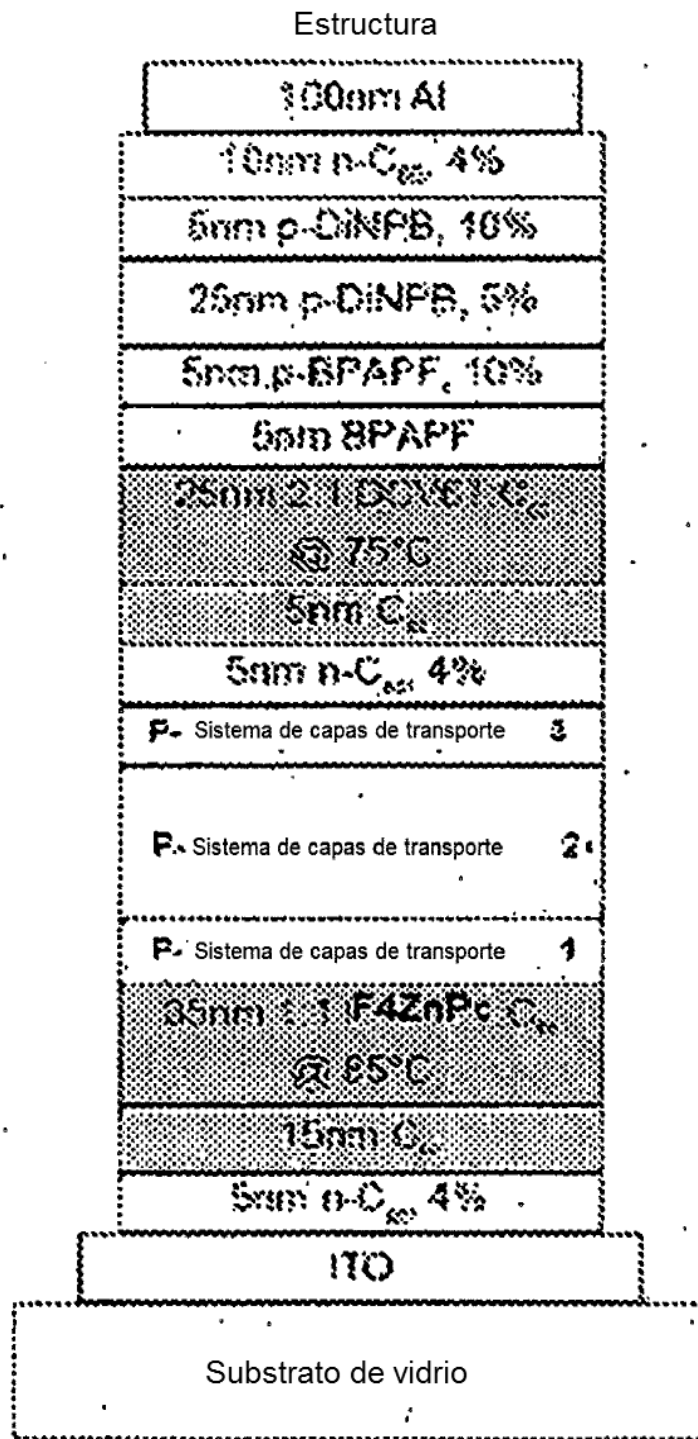


Fig. 13